NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO - AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 62

MARIA VISINTINI ROMANIN

RICERCHE SUL FOSFORO DEI TERRENI DELLA PIANURA FRIULANA

L'ATTIVITÀ FITASICA DEI TERRENI FERRETTIZZATI

NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO - AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 62

MARIA VISINTINI ROMANIN

RICERCHE SUL FOSFORO DEI TERRENI DELLA PIANURA FRIULANA

L'ATTIVITÀ FITASICA DEI TERRENI FERRETTIZZATI

Tipografia Arti Grafiche Friulane - Via Treppo, 1 - Telefono 56102 - Udine - 1963

RICERCHE SUL FOSFORO DEI TERRENI DELLA PIANURA FRIULANA

L'ATTIVITA' FITASICA NEI TERRENI FERRETTIZZATI

In una precedente ricerca (32) era stato trovato che la P_2O_5 fitinica, determinata su una serie di terreni ferrettizzati agrari campionati nella Pianura friulana, raggiungeva la quantità media di 213 mg per Kg di terra fina secca all'aria, quantità rappresentante il 17% della P_2O_5 organica totale di quei terreni.

Le quantità di P_2O_5 fitinica presenti nei terreni ferrettizzati pur non essendo molto elevate non sono tuttavia trascurabili anche se valutate da un punto di vista edafologico-agrario, potendo esse avere una parte abbastanza importante nel definire la fertilità potenziale fosfatica di quei terreni.

I tenori in P_2O_5 fitinica dei terreni, secondo le citazioni reperibili nella letteratura, sono di varia entità: da percentuali quasi insignificanti (8) a percentuali che possono raggiungere, e anche superare, la metà del fosforo organico (3) (6) (16) (25) (30) (33) [1]).

Dalle esperienze di Rogers Pearson e Pierre (27), con colture di mais e pomodoro in soluzioni nutritive, sarebbe emerso che le piante hanno la capacità di utilizzare il fosforo dei composti fitinici direttamente, senza cioè che essi subiscano una preventiva idrolisi.

Anche ammettendo che il fenomeno, osservato per il mais e il pomodoro, possa essere generalizzato a tutte le piante e che possa verificarsi anche nelle condizioni naturali di coltura, ossia nel terreno, esso in ogni caso implicherebbe delle quantità molto piccole e del tutto trascurabili (14) da un punto di vista agronomico.

In generale si ammette invece che anche per il fosforo fitinico, come per le altre forme di fosforo organico presenti nel terreno, il

---

[1]) E' bene tenere presente in proposito che certe variazioni sono probabilmente da attribuire anche alla diversità dei metodi impiegati per l'estrazione e l'isolamento della P_2O_5 fitinica del terreno.

passaggio alla forma inorganica sia assolutamente necessario affinché esso diventi assimilabile per le piante (5) (14) (15) (17) (19) (26) (28) (31).

In tal caso la presenza dello specifico enzima che idrolizza la fitina, cioè della fitasi, diventa indispensabile e la valutazione della attività fitasica di un terreno potrebbe fornire un indice della disponibilità per le piante del fosforo derivabile dai composti fitinici del terreno.

Scopo delle ricerche, di cui vien riferito in questa nota, è quello di portare un contributo alla conoscenza del potere fitasico dei terreni ferrettizzati friulani [1]).

Materiali e metodi

Per le ricerche ci si è valsi di alcuni terreni ferrettizzati dei quali si conoscevano dettagliatamente le caratteristiche fisiche e chimiche nonché il comportamento agronomico nei riguardi delle concimazioni fosfatiche [2]).

L'estrazione della P_2O_5 fitinica del terreno è stata eseguita impiegando una soluzione al 10% di acido tricloroacetico secondo la tecnica di Barbier Maroger e Gachon (3).

L'acido tricloroacetico viene largamente usato per l'estrazione dai vegetali di composti organici fosforati: fra questi anche l'acido fitinico e i suoi derivati salini. A differenza del fosforo presente in altri composti organici estratti dall'acido tricloroacetico quello dell'acido fitinico è molto stabile (1). Esso tuttavia può venire in parte liberato dopo sette minuti di riscaldamento a 100° in soluzione cloridrica. La frazione fitinica è da considerarsi praticamente stabile nell'estratto di acido tricloroacetico a freddo (1).

Per le nostre ricerche avevamo la necessità di disporre di un composto fitinico di composizione nota e che fosse adatto alle condizioni della nostra impostazione sperimentale.

Caldwell e Black (9) nelle loro indagini sul fosforo fitinico avevano impiegato fitati standard ottenuti per precipitazione da estratti di semi.

---

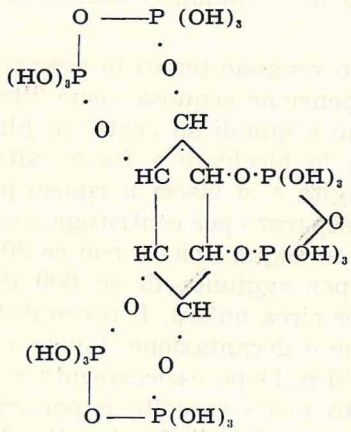
[1]) La presente nota entra in un complesso di ricerche, riguardanti il fosforo dei terreni della Pianura friulana, in parte già svolte (10) (11) (12) (13) (32) e in parte ancora in corso di svolgimento, in collaborazione con l'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia.

[2]) I terreni sono stati prelevati in alcune località del Friuli Orientale (Gorizia) su campi sperimentali di concimazione fosfatica effettuati dall'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia. Si è ritenuto opportuno di non riportare qui, per brevità, i dati e le notizie riguardanti le caratteristiche fisiche, chimiche e agronomiche che sono state già illustrate in una recente nota di Candussio e Visintini Romanin (11) alla quale si rimanda.

Jackman e Black (19) si erano invece serviti di fitati di sodio. Considerato che nel regno vegetale è molto diffuso e abbondante un estere esafosforico della mesoinosite (l'acido fitico o fitinico), per lo più come sale di calcio e magnesio (fitina) [1]) e che la frazione fitinica dei terreni proviene tutta, o per la massima parte, dal regno vegetale direttamente o per sintesi microbica; tenuto anche conto che, mentre nei terreni acidi il fosforo fitinico viene precipitato sotto forma di sali (fitati) di Fe e di Al, nei terreni neutri o alcalini prevale invece la formazione di fitati di calcio e di magnesio; si è ritenuto più adatto l'impiego del sale di Ca e di Mg dell'acido inositolesafosforico (fitina) cercando di non alterare la condizione di pH del terreno in esame [2]).

---

[1]) La formula di costituzione dell'acido fitico è la seguente:



La fitina $Ca_5Mg(C_6H_{12}O_{24}P_6 \cdot 3H_2O)_2$ è una polvere bianca, inodora, poco solubile negli acidi diluiti, contenente: 12.21% di calcio, 1.48% di magnesio, 22.61% di fosforo (pari a 51.79% di P_2O_5).

[2]) E' stata impiegata fitina della ditta Ciba che all'analisi ha fornito i seguenti risultati:

P_2O_5 minerale solubile in H_2O % di fitina	P_2O_5 totale (per attacco nitroperclorico) % di fitina
0.110	50.00
0.092	51.25

I valori trovati per la P_2O_5 totale si approssimano sufficientemente bene al valore medio teorico (P_2O_5 51.79%). Una piccola frazione della P_2O_5 fitinica, inferiore allo 0,1%, idrolizza in acqua.

La fitina è stata aggiunta al terreno, e intimamente ad esso mescolata, allo stato di polvere fina: agendo in tal modo si è ritenuto di evitare, o quanto meno di ridurre al minimo, l'eventuale azione di idrolisi enzimatica dovuta alla presenza di fitasi nel terreno.

Per opera della fitasi, la fitina subisce una totale o parziale defosforilazione con formazione di vari derivati fitinici: inositoltrifosfati, inositolmonofosfati, inositolo e H_3PO_4 (6) (15) (33). La fitasi, appartenente al gruppo delle idrolasi, è presente in quantità rilevanti nelle piante (specialmente nei semi) e negli organismi della microflora del terreno. E' perciò sempre presente nei terreni agrari, derivata o da residui organici di vegetali superiori o dalla flora batterica dei terreni stessi.

La fitasi usata nelle presenti ricerche è stata estratta dalla crusca di grano secondo la tecnica di Jackman e Black (19) qui di seguito brevemente descritta.

g 200 di crusca di grano vengono tenuti in agitazione per mezz'ora con cc 2000 di H_2O. La sospensione acquosa viene filtrata prima attraverso un batuffolo di cotone e quindi su carta da filtro. A una parte del filtrato (cc 600), posta in bicchiere a forma alta, si aggiungono cc 1200 di alcol a 96°. Si agita e si lascia a riposo per un periodo di circa un'ora. Il precipitato, separato per centrifugazione e decantazione, viene triturato in mortaio con acqua, sciolto con cc 300 di H_2O, filtrato e nuovamente precipitato per aggiunta di cc 600 di alcol a 96°. Si agita e si lascia a riposo per circa un'ora. Il precipitato viene di nuovo separato per centrifugazione e decantazione, lavato con alcol assoluto e infine con etere etilico anidro. Dopo essiccamento a temperatura ambiente all'aria, il precipitato viene raccolto e poi triturato in sottile polvere. Si ottiene così circa g 0.1 di fitasi sotto forma di polvere, pertanto con una resa dello 0.5‰ di crusca.

L'attività enzimatica di questa fitasi è stata controllata su una soluzione di fitina (g 0.25 di fitina in cc 250 di H_2O portata a pH 5.8-6.0 con HCl) [1].

La prova condotta in termostato a 45° per la durata di 3 ore, è stata eseguita su cc 10 della soluzione fitinica con aggiunta di cc 3 di una soluzione acquosa di fitasi allo 0.8‰, il tutto portato al volume di cc 50 con H_2O.

Il controllo era costituito da cc 10 di soluzione fitinica portati al volume di cc 50 con H_2O.

I risultati qui sotto riportati coincidono con quelli ottenuti in

---

[1]) E' questo il valore limite del pH per la solubilizzazione del fitato di calcio e magnesio (4) (18) (19) (20).

precedenza mineralizzando la fitina con attacco nitroperclorico. La fitasi ha quindi defosforilato completamente la fitina.

P_2O_5 minerale della fitina senza fitasi % di fitina	P_2O_5 minerale della fitina con fitasi % di fitina
1.52	50.00
1.65	49.10

RISULTATI E DISCUSSIONE

Attività fitasica.

Jackman e Black (20), nelle loro ricerche sul potere fitasico del terreno, avevano misurato l'attività fitasica determinando il fosforo inorganico derivato dalla mineralizzazione di fitati aggiunti al terreno durante un periodo di incubazione di 20 ore a 45° C in presenza di citrato potassico a pH 5. Il fosforo inorganico veniva estratto con HCl 4*N*.

Il procedimento impiegato non tiene sufficiente conto del potere assorbente del terreno per l'ione fosfatico e quindi può fornire una indicazione del potere fitasico che se è senz'altro valida in senso qualitativo, può tuttavia essere invece quanto mai incerta nel senso quantitativo.

Galoppini Lotti e Tognoni (17) in un loro recente studio mettono appunto un particolare accento su questo dubbio.

Non tenendo in considerazione i fenomeni di fissazione, con l'impostazione data alla presente nostra ricerca è possibile mettere in evidenza il potere fitasico del terreno mediante la valutazione dell'aumento del fosforo inorganico e la contemporanea diminuzione del fosforo fitinico ottenuti con una unica estrazione secondo il procedimento, dianzi descritto, di Barbier e coll.

Per il fosforo fitinico la diminuzione viene facilmente dimostrata per confronto del fosforo fitinico prima (su terreno secco all'aria) e dopo l'incubazione. Il periodo di incubazione è stato della durata di 24 ore col terreno umettato e mantenuto in stufa termostatica a 45° C.

L'aumento del fosforo inorganico dovuto alla mineralizzazione del fosforo fitinico non può essere valutato usando le stesse modalità seguite per il fosforo fitinico. E' evidente infatti che il processo di mineralizzazione possa avvenire anche per altre forme di fosforo organico presenti nel terreno e diverse da quelle fitiniche.

La valutazione è stata perciò effettuata per confronto fra il

fosforo inorganico estratto dal terreno tal quale e quello estratto dal terreno addizionato di fitina: per ambedue i terreni, umettati e dopo un periodo di incubazione di 24 ore a 45° C. E' ammissibile infatti ritenere che la maggior quantità di fosforo inorganico del campione di terreno addizionato di fitina relativamente a quello determinato sul campione senza aggiunta di fitina, possa provenire unicamente dalla fitina giacché la quantità di altre forme di fosforo organico resta ovviamente invariata nei due campioni di terreno.

Prospetto 1

Attività fitasica: P_2O_5 inorganica liberata dalla fitina aggiunta, durante l'incubazione di 24 ore a 45° C.

	Farra	Romans	Cormons	Mainizza	Media
con aggiunta di fitina .	769	528	611	356	566
senza aggiunta di fitina .	425	143	221	106	224
differenza	344	385	390	250	342

I risultati sono riportati nei Prospetti 1 e 2.

L'aumento di fosforo inorganico dopo l'aggiunta di fitina esiste ed è definito dai dati riportati del Prospetto 1.

Anche la valutazione attraverso la diminuzione del fosforo fitinico (Prospetto 2) fornisce una conferma della avvenuta liberazione di fosforo sotto forma inorganica.

Non esiste una corrispondenza fra le quantità di fosforo inorganico liberate e le quantità di fosforo fitinico mineralizzate: tale situazione è giustificata dalla complessità dei fattori e dei fenomeni che entrano in gioco.

Si può concludere che per quanto riguarda i terreni ferrettizzati qui considerati, esiste un potere fitasico proprio di ciascun terreno, potere che viene dimostrato sia dall'aumento del fosforo inorganico liberato dopo un certo periodo di incubazione (24 ore) a 45° sia dalla contemporanea diminuzione del fosforo fitinico aggiunto al terreno.

Estrazione della fitasi dal terreno.

Ammessa e dimostrata la presenza di fitasi nei terreni ferrettizzati presi in esame abbiamo voluto tentare l'estrazione e l'isolamento procedendo nel modo qui di seguito descritto.

Prospetto 2

Attività fitasica: P_2O_5 inorganica e P_2O_5 fitinica dei terreni dopo una incubazione di 24 ore a 45° C.

	P_2O_5 inorganica					P_2O_5 fitinica				
	Farra	Romans	Cormons	Mainizza	Media	Farra	Romans	Cormons	Mainizza	Media
prima dell'incubazione	387	129	211	96	206	213	206	221	239	219
dopo 24 ore di incubazione	425	143	221	106	224	137	144	177	167	156
differenza	+38	+14	+10	+10	+18	—76	—62	—44	—72	—63

Jackman e Black avevano accertato che l'attività della fitasi non viene distrutta per essiccamento all'aria a temperatura ambiente. Avevano successivamente (20) messo in evidenza che l'attività fitasica di un terreno diminuisce a mano a mano che il terreno stesso perde umidità.

Questa parziale inattivazione sarebbe causata, secondo gli stessi autori, da un fenomeno di fissazione dell'enzima per adsorbimento sui minerali delle argille: l'essiccamento provocherebbe semplicemente un maggior contatto dell'enzima con la fase solida adsorbente del terreno e perciò un'aumentata fissazione con conseguente inattivazione.

Tenuta in considerazione la possibilità che il fenomeno testè accennato si verifichi anche nel caso dei nostri terreni, si è ritenuto più opportuno — allo scopo di facilitare l'estrazione della fitasi del terreno — di effettuare il trattamento estraente su un campione di terreno appena raccolto dal campo e non essiccato.

La prova è stata eseguita su un solo terreno. Venne scelto il terreno (Mainizza) che si prestava maggiormente alla separazione dello scheletro effettuata sul campione non essiccato.

Kg 4 di terra privata dello scheletro vennero tenuti in agitazione per mezz'ora con litri 4 di acqua. La sospensione acquosa venne portata su vari filtri facendo ripassare le prime porzioni di filtrato finché questo risultò praticamente limpido.

A litri 2 del filtrato si aggiunsero litri 4 di alcol a 96° e dopo agitazione si lasciarono a riposo in alto bicchiere cilindrico per un'ora.

Il precipitato separato per centrifugazione e decantazione venne poi triturato in mortaio con acqua, sciolto in cc 200 di H_2O, filtrato e nuovamente precipitato per aggiunta di cc 400 di alcol. Dopo agitazione fu lasciato in riposo per circa un'ora. Il precipitato separato nuovamente per centrifugazione e decantazione venne lavato con alcol assoluto e infine con etere etilico anidro. Dopo l'essiccamento all'aria a temperatura ambiente il precipitato venne raccolto, triturato e sospeso in acqua poco prima dell'uso.

L'attività fitasica dell'estratto di terra è stata misurata su una soluzione di fitina pura per comparazione con l'attività svolta sulla stessa soluzione, e nelle stesse condizioni sperimentali, dalla fitasi preparata dalla crusca di grano.

Prospetto 3

Attività della fitasi estratta dal terreno: P_2O_5 inorganica liberata da una soluzione fitinica dopo un periodo di incubazione di 3 ore e di 24 ore

	Incubazione di 3 ore			Incubazione di 24 ore		
	1°	2°	media	1°	2°	media
senza aggiunta di fitasi .	1.53	1.57	1.55	1.88	1.92	1.90
con fitasi estratta dal terreno	5.00	4.79	4.90	5.65	5.45	5.55
con fitasi estratta dalla crusca di grano . . .	37.66	36.90	37.28	50.18	49.72	50.00

I dati del Prospetto 3 mettono in evidenza quanto segue:

a) Le quantità P_2O_5 inorganica, presenti nella soluzione fitinica senza aggiunta di fitasi, sono molto basse e si mantengono praticamente uguali nelle due durate di incubazione. Queste piccole quantità potrebbero essere attribuite alla presenza di acido fosforico libero già nella fitina impiegata oppure a una parziale leggera idrolisi della fitina. Questa seconda ipotesi ci sembra più probabile in quanto che esiste una differenza, anche se molto piccola, in aumento fra la P_2O_5 delle 3 ore di incubazione e quella delle 24 ore.

b) La mineralizzazione della P_2O_5 fitinica, operata dalla fitasi estratta dalla crusca, è completa in 24 ore di incubazione. A 3 ore di incubazione la fitasi ha svolto soltanto una azione parziale: il fattore limitante è dato dal tempo di azione.

c) L'azione idrolitica della fitasi del terreno è già ultimata a 3 ore di incubazione. Nel periodo successivo, fino a 24 ore, praticamente non vi è aumento di P_2O_5 mineralizzata: sembra che il fattore limitante sia dato qui dalla quantità di fitasi.

I risultati ottenuti ci autorizzerebbero a concludere che il procedimento adottato sia stato efficace agli effetti dell'estrazione della fitasi dal terreno ferrettizzato qui considerato. L'estratto ottenuto ha infatti svolto una azione idrolitica sulla fitina in soluzione. La bassa intensità di azione potrebbe essere presumibilmente attribuita alla piccola quantità di fitasi presente nell'estratto.

Effetto della fitasi aggiunta al terreno.

Per una definita quantità di substrato l'attività enzimatica dovrebbe crescere con l'aumentare della quantità di enzima presente. Nel caso nostro, se si ammette che la fitasi sia presente nel terreno in quantità piuttosto modesta, si dovrebbe ritenere che una aggiunta di fitasi possa provocare un aumento nella mineralizzazione della P_2O_5 fitinica conseguentemente alla aumentata attività enzimatica.

Su tale concetto è stata impostata una prova avente lo scopo di valutare l'effetto della fitasi aggiunta a un terreno ferrettizzato.

La fitasi (estratta dalla crusca di grano col procedimento in precedenza descritto) è stata aggiunta al terreno in soluzione acquosa nella concentrazione di circa 0.8‰ (g 0.1 di fitasi in cc 120 di H_2O).

Per eliminare il dubbio che la fitasi aggiunta non possa esplicare in pieno la sua azione per insufficienza di adatto substrato fitinico, la prova è stata eseguita, con le stesse modalità, sia sui terreni tal quali sia sui terreni a cui era stata aggiunta fitina pura in ragione di mg 10.000 di P_2O_5 (sotto forma fitinica) per Kg di terra.

Dopo 24 ore di incubazione a 45° C i terreni sono stati estratti con la soluzione di acido tricloroacetico secondo il procedimento già indicato.

I risultati analitici sono riportati nel Prospetto 4.

Nella serie di terreni senza aggiunta di fitina si osserva che la fitasi aggiunta ha provocato un aumento della P_2O_5 inorganica e una diminuzione della P_2O_5 fitinica. L'attività idrolitica svolta è stata però molto bassa relativamente alla quantità di fitasi aggiunta.

Si rileva inoltre che non esiste una corrispondenza proporzionale fra le quantità in aumento della P_2O_5 inorganica liberata e le quantità in diminuzione della P_2O_5 fitinica mineralizzata.

Le stesse situazioni si rilevano nella serie dei terreni con aggiunta di fitina. Gli aumenti di P_2O_5 inorganica attribuibili all'azione idrolitica della fitasi aggiunta sono dello stesso ordine di grandezza di quelli corrispondenti nella serie di terreni senza aggiunta di fitina. Ciò può trovare logica interpretazione nell'ammettere che a) la quantità di fitasi rimasta attiva nel terreno è stata la stessa nelle due serie di

Prospetto 4

Effetto dell'aggiunta di fitasi valutato dopo 24 ore di incubazione a 45° C.

	P_2O_5 inorganica					P_2O_5 fitinica				
	Farra	Romans	Cormons	Mainizza	Media	Farra	Romans	Cormons	Mainizza	Media
Senza aggiunta di fitina:										
senza aggiunta di fitasi	425	143	221	106	224	137	144	177	167	156
con aggiunta di fitasi	450	153	245	146	249	125	143	133	159	140
differenza	+25	+10	+24	+40	+25	—12	—1	—44	—8	—16
Con aggiunta di fitina:										
senza aggiunta di fitasi	769	528	611	356	566	6451	6193	6405	6538	6397
con aggiunta di fitasi	788	542	645	427	601	6294	6137	6331	6450	6303
differenza	+19	+14	+34	+71	+35	—157	—56	—74	—88	—94

terreni, e che b) il substrato fitinico di dotazione naturale si trova in quantità sufficiente per la fitasi rimasta attiva.

Rimangono però da interpretare le maggiori diminuzioni di P_2O_5 fitinica nella serie di terreni addizionati di fitina. Il fenomeno è di natura evidentemente complessa.

L'inattivazione quasi totale della fitasi aggiunta, inattivazione operata dai terreni, era stata osservata anche da Jackman e Black (20) che l'avevano interpretata come conseguenza di un fenomeno di fissazione.

La fitina è stata da noi aggiunta al terreno in quantità molto

rilevante, pari a mg 10.000 di P_2O_5 per Kg di terra, per poter avere la certezza che la quantità di substrato fitinico, ancora disponibile dopo i fenomeni di fissazione (24), fosse sicuramente sufficiente per la piena estrinsecazione dell'attività idrolitica della fitasi presente nel terreno.

Prospetto 5

Fissazione della P_2O_5 fitinica

	Farra	Romans	Cormons	Mainizza	Media
Terreno con aggiunta di fitina	6451	6193	6405	6538	6397
Terreno senza aggiunta di fitina	137	144	177	167	156
Differenza dovuta alla fitina aggiunta	6314	6049	6228	6371	6241
Fitina aggiunta	10000	10000	10000	10000	10000
Differenza dovuta alla fitina fissata	3686	3951	3772	3629	3759

Era infatti da tenere presente che, come era stato messo in evidenza da Jackman (23), la P_2O_5 fitinica viene fortemente fissata dal terreno con le stesse modalità della fissazione della P_2O_5 inorganica.

I dati del Prospetto 5 illustrano l'ampiezza della fissazione della P_2O_5 fitinica nei terreni qui considerati.

In media circa il 37% della fitina aggiunta al terreno risulterebbe fissata dal terreno stesso.

Conclusioni

I risultati ottenuti dalle ricerche dianzi riferite, effettuate su alcuni terreni ferrettizzati agrari del Friuli orientale, permettono di trarre le seguenti conclusioni:

a) nei terreni ferrettizzati esiste una attività fitasica ma di bassa entità;

b) la fitasi del terreno può essere estratta, almeno parzialmente, seguendo il procedimento di Jackman e Black opportunamente modificato per la sua esecuzione sul terreno;

c) i terreni ferrettizzati possiedono un elevato potere di fissazione nei riguardi della P_2O_5 fitinica;

d) la fitasi aggiunta ai terreni ferrettizzati viene quasi totalmente inattivata dai terreni stessi, probabilmente per un fenomeno di fissazione per adsorbimento.

BIBLIOGRAFIA

1) ALBAUM, H.G. in: Paech, K. Tracey, M.V. Modern methods of plant analysis. Vol. 4: 307. Springer Verlag 1955.
2) ANDERSON, G., ARLIDGE, E.Z., J. Soil Sci. 13, 216-224, 1962.
3) BARBIER G., MAROGER, M., GACHON, L., Ann. Agron. 2, 317-333 1951.
4) BISHOP W.D. and BARBER, S.A., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22 435-439, 1958.
5) BLACK, C.A., GORING, C.A.I., Organic phosphorus in soils. Agronomy, 4, 123-152, 1953.
6) BOWER, C.A., Soil Sci. 59, 277-285, 1945.
7) BOWER, C.A., Jowa. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 362, 1949.
8) BURANGULOVA, M.N., Biol. nuclein Olmen. Rast., 177-182. (R.) R. Zh. (Biol.) (6 G. 250), 1961. Riassunto in Soil and Fertilizers p. 261, 1783, 1961.
9) CALDWELL, A.G., and BLACK, C.A., Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 290-293, 22: 293-296, 22: 296-298, 1958.
10) CANDUSSIO, R., VISINTINI ROMANIN, M., Ann. Sperim. Agr. n.s., 14, 211-231, 1960.
11) CANDUSSIO, R., VISINTINI ROMANIN, M., Annali Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, 34, 1963.
12) CANDUSSIO, R., Annali Ist. Chim. Agr. Sperim. di Gorizia, 35, 1963.
13) CANDUSSIO, R., VISINTINI ROMANIN, M., La fertilità fosfatica dei terreni ferrettizzati determinata con la tecnica delle estrazioni successive. Annali Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia. In corso di pubbl.
14) VAN DIEST, A., BLACK, C.A., Soil Sci. 87, 100-104, 1959.
15) EID, M.T., BLACK, C.A., KEMPTHORNE, O., Soil Sci., 71, 361-370, 1951.
16) FABRY G., Agrokem. Talajt. 9, 245-260, 1960. Riassunto in Soil and Fertilizers 24, 26, 1961.
17) GALOPPINI, C., LOTTI, G., TOGNONI, F., La chimica e l'Industria. Vol. 44: 255-257, 1962.
18) JACKMAN, R.H. and BLACK, C.A., Soil Sci., 72: 179-186, 1961.
19) JACKMAN, R.H. and BLACK, C.A., Soil Sci., 72: 261-266, 1951.
20) JACKMAN, R.H. and BLACK, C.A., Soil Sci., 73: 117-125, 1952.
21) JACKMAN, R.H. and BLACK, C.A., Soil Sci., 73: 167-171, 1952.
22) JACKMAN, R.H., Soil Sci., 79: 207-213, 1955.
23) JACKMAN, R.H., Soil Sci., 79: 293-299, 1955.
24) MORTLAND, M., GIESEKING, J., Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1 10-13 1962.
25) PEDERSEN, N., Plant and soil 4, 252-266, 1953.
26) PICCI, G., Ann. Fac. Agr. Univ. Pisa, 13, 187-196, 1952.
27) ROGER, H.T., PEARSON, R.W., PIERRE, W.H., Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5, 285-291, 1941.
28) ROTINI, O.T., CARLONI, R., Ann. Sperim. Agr. n.s., vol. VII n. 6: 1789-1799, 1953.
29) SMITH, D.H., and. CLARK, F.E., Soil Sci. 72: 353-360, 1951.

30) SMITH, D.H., Jowa State Coll. J. Sci., 26, 287-288 (1952) da C.A., 47, 1881 c., 1953.
31) SZEMBER, A., Plant and Soil, 13, 147-158, 1960 da Soil and Fertilizers Abs. p. 135, 898, 1961.
32) VISINTINI ROMANIN, M., Nuovi Studi Staz. Chimico Agr. Sper. di Udine, 61, 1963.
33) YOSHIDA KOJIMA, R., Soil Sci., 50: 8-89, 1940.

RIASSUNTO

Nella presente nota, che si inquadra in un più ampio studio sul fosforo dei terreni friulani, viene riferito sui risultati di alcune ricerche riguardanti l'attività fitasica nei terreni agrari ferettizzati della Pianura friulana.

L'attività fitasica è stata messa in evidenza mediante la mineralizzazione della P_2O_5 fitinica dei terreni posti in incubazione per 24 ore a 45° C usando come estraente, sia della P_2O_5 inorganica che della P_2O_5 fitinica, una soluzione al 10% di acido tricloroacetico.

I risultati ottenuti hanno permesso di concludere che:

a) i terreni ferrettizzati presi in esame possiedono un potere fitasico di non elevata attività;
b) la fitasi aggiunta viene fortemente inattivata dai terreni;
c) il potere di fissazione dei terreni ferrettizzati per la P_2O_5 fitinica è molto accentuato;
d) la fitasi del terreno può essere isolata, almeno in piccola parte, mediante estrazione acquosa seguita da purificazione per precipitazioni successive con alcol etilico.